

REC'D 27 SEP 1999

WIPO PCT

PCT/JP 99/04890

08.09.99

JP 99/4890

日本国特許庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

09/786664

EKU

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application:

1998年 9月10日

出願番号
Application Number:

平成10年特許願第276490号

出願人
Applicant(s):

興和株式会社

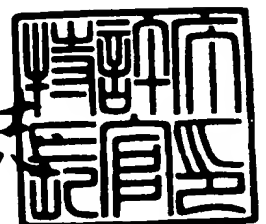
**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

1999年 4月30日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

山佐 建



出証番号 出証特平11-302789

【書類名】 特許願

【整理番号】 PA99C554

【提出日】 平成10年 9月10日

【あて先】 特許庁長官 伊佐山 建志 殿

【国際特許分類】 G09C 5/00

【発明の名称】 電子透かしの埋め込み方法、その方法を記憶した記憶媒体、および埋め込まれた電子透かしの証明方法ならびに電子透かしの埋め込み装置

【請求項の数】 9

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横須賀市走水 1-10-20

 【氏名】 福岡 義秀

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横須賀市大津町 5-57

 【氏名】 松井 甲子雄

【特許出願人】

 【識別番号】 000163006

 【氏名又は名称】 興和株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100097146

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 下出 隆史

 【電話番号】 052-218-5061

【代理人】

 【識別番号】 100096817

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 五十嵐 孝雄

【代理人】

 【識別番号】 100102750

【弁理士】

【氏名又は名称】 市川 浩

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 007858

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電子透かしの埋め込み方法、その方法を記憶した記憶媒体、および埋め込まれた電子透かしの証明方法ならびに電子透かしの埋め込み装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 透かし情報を原データに埋め込む方法であって、

(a) 原データを離散フーリエ変換する工程と、

(b) 該フーリエ変換により得られた実数部または虚数部に、透かし情報として予め定めた位相差パターンに対応した微小変化分を付加する工程と、

(c) 該微小変化分を付加したデータを逆変換することにより透かし情報を埋め込んだデータを生成する工程と

を備える電子透かしの埋め込み方法。

【請求項 2】 前記工程 (b) は、実数部あるいは虚数部の特定周波数 (m , n) のスペクトル $F(m, n)$ に微小な変化分 ΔF を付加する工程である請求項 1 記載の電子透かしの埋め込み方法。

【請求項 3】 前記工程 (b) により微小変化分を付加する実数部または虚数部は、低周波領域内の成分である請求項 1 記載の電子透かしの埋め込み方法。

【請求項 4】 前記工程 (b) は、前記実数部または虚数部の対象性を保存して前記微小な変化分 ΔF の付加を行なう工程である請求項 2 記載の電子透かしの埋め込み方法。

【請求項 5】 前記付加する微小変化分は、付加されるスペクトルの 2 ないし 10 パーセントの大きさである請求項 4 記載の電子透かしの埋め込み方法。

【請求項 6】 前記原データは、二次元的な画像データである請求項 1 記載の電子透かしの埋め込み方法。

【請求項 7】 原データ P_0 に位相差パターン W_0 の透かし情報を正規に埋め込んだ正規データ P_1 に対して請求項 1 記載の方法により、複数回他の位相差パターン W_i ($i = 2, 3 \dots$) を透かし情報として埋め込んだデータ P_i が存在する場合に、原データ P_0 に埋め込まれた透かし情報である位相差パターン W_0 を証明する方法であって、

(d) 現データ P_0 と複数回他の位相差パターンが埋め込まれたデータ P_i との

差分を取り出す工程と、

(e) 正規データ P_1 と複数回他の位相差パターンが埋め込まれたデータ P_i との差分を取り出す工程と、

(f) 前記正規の位相差パターン W_0 を、前記 (d) および (e) の工程により取り出された差分の差分として抽出する工程と

を備えた証明方法。

【請求項 8】 透かし情報を原データに埋め込む装置であって、

原データを離散フーリエ変換する変換手段と、

該フーリエ変換により得られた実数部または虚数部に、透かし情報として予め定めた位相差パターンに対応した微小変化分を付加する位相差パターン付加手段と、

該微小変化分を付加したデータを逆変換することにより透かし情報を埋め込んだデータを生成する逆変換手段と

を備える電子透かしの埋め込み装置。

【請求項 9】 透かし情報を原データに埋め込むプログラムをコンピュータにより読み取り可能に記憶した記憶媒体であって、

原データを入力する機能と、

該入力した原データを離散フーリエ変換する機能と、

該フーリエ変換により得られた実数部または虚数部に、透かし情報として予め定めた位相差パターンに対応した微小変化分を付加する機能と、

該微小変化分を付加したデータを逆変換したデータを出力する機能と

をコンピュータにより実現可能に記憶した記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、電子透かし技術に関し、特に、画像などのデータに透かし情報を埋め込む技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来から、デジタル化された画像や音楽などの著作物に、著作権情報を埋め込む電子透かしの技術が種々提案されている。デジタル化されたデータは容易に完全な形式で複製できる（すなわち、忠実な再現性を有している）という特徴があるため、無許可の複製に対する保護対策が必要とされるからである。電子透かしは、人間が知覚できない形式で、著作権情報などの透かし情報を、データの中に電子的に埋め込まれ、必要に応じてこれを取り出すことで、著作権の存在を第三者に対して明確にしようとする技術である。電子透かしには、通常、著作者を特定できる情報が含まれるので、電子透かしが埋め込まれたデータを署名済みのデータと呼ぶことがある。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、従来の電子透かし技術では、類似の方式で別の情報を上書きすると、もとの透かし情報を正しく取り出すことができなくなるという問題があった。署名済みのデータに対して、埋め込まれた電子透かしを無効にしようとする改竄を、電子透かしに対する上書き攻撃と呼ぶことがある。署名済みのデータが、上書き攻撃を受け、埋め込まれた正規の電子透かしが読みとれなくなると、電子透かしとしての意義は失われてしまう。更に、上書き攻撃を行なったものの透かしのみが残ることになれば、署名の意義自体がなくなってしまう。

【0004】

この発明は、従来技術における上述の課題を解決するためになされたものであり、上書き攻撃を受けても正規の電子透かしの保存性が高く、かつ第三者に対して、電子透かしの秘匿性を高めた埋め込み方法を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】

上述の課題の少なくとも一部を解決するため、本発明の透かし情報を原データに埋め込む方法では、

- (a) 原データを離散フーリエ変換する工程と、
- (b) 該フーリエ変換により得られた実数部または虚数部に、透かし情報として予め定めた位相差パターンに対応した微小変化分を付加する工程と、

(c) 該微小変化分を付加したデータを逆変換することにより透かし情報を埋め込んだデータを生成する工程と

を備えることを要旨とする。

【0006】

また、この方法に対応し、透かし情報を原データに埋め込む装置は、

原データを離散フーリエ変換する変換手段と、

該フーリエ変換により得られた実数部または虚数部に、透かし情報として予め定めた位相差パターンに対応した微小変化分を付加する位相差パターン付加手段と、

該微小変化分を付加したデータを逆変換することにより透かし情報を埋め込んだデータを生成する逆変換手段と

を備えることを要旨とする。

【0007】

この技術は、原データを周波数領域に離散的にフーリエ変換したとき、スペクトルの実数部または虚数部の一部を増減すると、位相に変化を招く性質があることを利用している。したがって、原データの離散フーリエ変換により得られた実数部または虚数部に、位相差パターンに対応する微小変化を付加し、これを逆変換することにより埋め込まれた透かし情報は、原画像データと比較することにより、この位相差パターンを取り出すことができ、埋め込まれた透かしを位相差パターンとして直感的に把握することができる。しかも、電子透かしが埋め込まれていない原データが特定されない限りは、位相差パターンは、例え上書き攻撃を受けたとしては、取り出すことが可能である。

【0008】

こうした位相差パターンの書込は、離散フーリエ変換により得られる実数部あるいは虚数部の特定周波数 (m, n) のスペクトル $F(m, n)$ に微小な変化分 ΔF を付加することにより、容易に実現することができる。

【0009】

また、微小変化分を実数部または虚数部に付加する際には、その低周波領域内の成分に対して操作を行なうことが望ましい。高周波成分に付加すると、J P E

Gなどのデータ圧縮により、透かし情報が失われることが考えられるからである。低周波領域に付加しおけば、データ圧縮により、電子透かしとしての位相差パターンが失われることはない。なお、圧縮時にデータを保存しデータの伸張により元の情報を完全に回復可能ないわゆる可逆的な圧縮方法だけを考慮するのであれば、高周波領域に、上記の位相パターンを付加することも何ら差し支えない。

【0010】

実数部または虚数部に微小な変化分を付加する場合、これら実数部または虚数部の対象性を保存して、微小な変化分 ΔF の付加を行なうことが好ましい。離散フーリエ変換では、実数部は偶対象性、虚数部は奇対象性を持つから、これらの点を考慮して微小な変化分を加えることにより、原データが本来持っていた性質を保存することができる。

【0011】

電子透かしとして付加する微小変化分は、原データに影響を与えることは免れないから、付加されるスペクトルの2ないし10パーセントの大きさに留めることが、原データの品質を低下させないという点で有用である。

【0012】

こうした電子透かしの埋め込みの技術は、様々なデータに対して適用可能である。例えば、原データを二次元的な画像データとすることができる。この場合、上記の手法により埋め込まれた位相差パターンは、画像上視認することはできず、画質の低下を招くことはほとんどない。その他、音声などの一次元データにも適用可能である。

【0013】

なお、上記の埋め込み方法や埋め込み装置は、汎用もしくは専用のコンピュータに、ICカードやフレキシブルディスクあるいはCD-ROMなどの記憶媒体を読み取られ、この記憶媒体に記憶されたプログラムを実行するという形態で実現することができる。

したがって、本発明の記憶媒体は、

透かし情報を原データに埋め込むプログラムをコンピュータにより読み取り可能に記憶した記憶媒体であって、

原データを入力する機能と、
該入力した原データを離散フーリエ変換する機能と、
該フーリエ変換により得られた実数部または虚数部に、透かし情報として予め
定めた位相差パターンに対応した微小変化分を付加する機能と、
該微小変化分を付加したデータを逆変換したデータを出力する機能と
をコンピュータにより実現可能に記憶したことを要旨とする。

【0014】

なお、離散フーリエ変換自体は、コンピュータ側がライブラリの形で保有して
いると考えられるから、上記の各機能のうち、原データを離散フーリエ変換する
機能は、「入力した原データを、離散フーリエ変換する機能を利用して変換結果
としての実数部および虚数部を受け取る機能」として実現することも可能である
。

【0015】

ところで、電子透かしが埋め込まれた原データに対する上書き攻撃がなされる
場合、異なる手法による電子透かしの上書きは、これを弁別することが容易であ
る。最も問題になるのは、同じ手法による上書き攻撃である。かかる場合、即ち
原データ P_0 に位相差パターン W_0 の透かし情報を正規に埋め込んだ正規データ
 P_1 に対して請求項 1 記載の方法により、複数回他の位相差パターン W_i ($i =$
 $2, 3 \dots$) を透かし情報として埋め込んだデータ P_i が存在する場合に、原
データ P_0 に埋め込まれた透かし情報である位相差パターン W_0 を証明する方法
が存在すれば、上書き攻撃に対する耐性が高いと言える。そこで、上記の発明に
関連して、電子透かし情報である位相差パターン W_0 を証明する以下の発明がな
された。即ち、この証明方法の発明は、

(d) 現データ P_0 と複数回他の位相差パターンが埋め込まれたデータ P_i との
差分を取り出す工程と、

(e) 正規データ P_1 と複数回他の位相差パターンが埋め込まれたデータ P_i と
の差分を取り出す工程と、

(f) 前記正規の位相差パターン W_0 を、前記 (d) および (e) の工程により
取り出された差分の差分として抽出する工程と

を備えたことを要旨とする。

【0016】

この手法によれば、複数回の上書き攻撃がなされた場合でも、原データに正規に埋め込まれた位相差パターンを抽出することができ、いずれのデータが正規のデータであるかを容易に証明することができる。

【0017】

【発明の他の態様】

この発明は、以下のような他の態様も含んでいる。第1の態様は、フーリエ変換に変えて、これに等価な変換を用いる態様である。周波数領域への変換により実数部と虚数部を持つような変換であれば、同様に適用することができる。第2の態様は、コンピュータに上記の発明の各工程または各部の機能を実現させるコンピュータプログラムを通信経路を介して供給するプログラム供給装置としての態様である。こうした態様では、プログラムをネットワーク上のサーバなどに置き、通信経路を介して、必要なプログラムをコンピュータにダウンロードし、これを実行することで、上記の方法や装置を実現することができる。

【0018】

【発明の実施の形態】

A. 装置の全体構成：

以下、本発明の実施の形態を実施例に基づいて説明する。図1は、本発明の一実施例としての電子透かし処理装置の構成を示すブロック図である。この電子透かし処理装置は、CPU 22と、ROMおよびRAMを含むメインメモリ 24と、フレームメモリ 26と、キーボード 30と、マウス 32と、表示装置 34と、ハードディスク 36と、モデム 38と、画像を読み取るスキャナ 39と、これらの各要素を接続するバス 40と、を備えるコンピュータである。なお、図1では各種のインターフェイス回路は省略されている。モデム 38は、図示しない通信回線を介してコンピュータネットワークに接続されている。コンピュータネットワークの図示しないサーバは、通信回線を介してコンピュータプログラムを画像処理装置に供給するプログラム供給装置としての機能を有する。

【0019】

メインメモリ 24 には、電子透かし埋め込み部 42 の機能を実現するためのコンピュータプログラムが格納されている。電子透かし埋め込み部 42 の機能については後述する。

【0020】

この電子透かし埋め込み部 42 の機能を実現するコンピュータプログラムは、フレキシブルディスクや CD-ROM 等の、コンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録された形態で提供される。コンピュータは、その記録媒体からコンピュータプログラムを読み取って内部記憶装置または外部記憶装置に転送する。あるいは、通信経路を介してコンピュータにコンピュータプログラムを供給するようにしてもよい。コンピュータプログラムの機能を実現する時には、内部記憶装置に格納されたコンピュータプログラムがコンピュータのマイクロプロセッサによって実行される。また、記録媒体に記録されたコンピュータプログラムをコンピュータが読み取って直接実行するようにしてもよい。

【0021】

この明細書において、コンピュータとは、ハードウェア装置とオペレーションシステムとを含む概念であり、オペレーションシステムの制御の下で動作するハードウェア装置を意味している。また、オペレーションシステムが不要でアプリケーションプログラム単独でハードウェア装置を動作させるような場合には、そのハードウェア装置自体がコンピュータに相当する。ハードウェア装置は、CPU 等のマイクロプロセッサと、記録媒体に記録されたコンピュータプログラムを読み取るための手段とを少なくとも備えている。コンピュータプログラムは、このようなコンピュータに、上述の各手段の機能を実現させるプログラムコードを含んでいる。なお、上述の機能の一部は、アプリケーションプログラムでなく、オペレーションシステムによって実現されていても良い。

【0022】

なお、この発明における「記録媒体」としては、フレキシブルディスクや CD-ROM、光磁気ディスク、IC カード、ROM カートリッジ、パンチカード、バーコードなどの符号が印刷された印刷物、コンピュータの内部記憶装置（RAM や ROM などのメモリ）および外部記憶装置等の、コンピュータが読取り可能

な種々の媒体を利用することができる。

【0023】

B. 透かし情報の埋め込み処理：

図2は、電子透かし埋め込み部42の機能を示すブロック図である。電子透かし埋め込み部42は、離散フーリエ変換部50と、微小変化分付加部52と、フーリエ逆変換部54とからなる。これらは、各々、変換手段、位相差パターン付加手段、逆変換手段に相当する。

【0024】

各部の機能を簡単に説明する。フーリエ変換部50は、スキャナ39により読み取った画像データに対して離散フーリエ変換を行なう。横方向M画素、縦方向N画素からなる画像Pの離散フーリエ変換Fは、画像P0の画素値を $p(m, n)$ で表わすと、次式(1)により表わすことができる。なお、 $m=0, 1, \dots, M-1$ 、 $n=0, 1, \dots, N-1$ である。

【0025】

【数1】

$$F(u, v) = \frac{1}{MN} \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} p(m, n) W \dots (1)$$

$$W = \exp[-j2\pi(mu/M + nv/N)]$$

ここで、 $j = \sqrt{-1}$

【0026】

上記離散フーリエ変換により得られた行列（フーリエスペクトル）Fは、画像P0の空間周波数成分を表わしている。ここで、オイラーの公式から

$$\exp(-j\theta) = \cos\theta \pm j\sin\theta$$

であることから、上記行列Fの実数部 $FR(u, v)$ は偶対称性を有し、虚数部 $FI(u, v)$ は奇対称性を有する。そこで、 $u=0, 1, 2, \dots, M-1$ 、 $v=0, 1, 2, \dots, N-1$ であることを利用して、 $F(\pm u, \pm v)$ について検討すると、次式(2)の関係が存在することになる。

【0027】

【数2】

$$F(u, -v) = F(u, N-v)$$

$$F(-u, v) = F(M-u, v)$$

$$F(-u, -v) = F(M-u, N-v) \quad \dots (2)$$

【0028】

上記行列の周期性に着目して、更に拡張すれば、

$$F(aM+u, bN+v) = F(u, v)$$

が成立していることは容易に理解されよう。なお、 a, b は、いずれも整数である。

【0029】

微小変化分付加部52は、離散フーリエ変換部50により得られた上記行列Fに、位相差パターンを電子透かしとして埋め込む。位相差パターンの埋め込みの実際については、後述するが、上記のフーリエ変換により得られた行列の対称性を保存するように、行列の所定のスペクトルに微小な偏差を加えている。

【0030】

フーリエ逆変換部54は、電子透かしとしての位相差パターンが埋め込まれたデータに対して、フーリエ変換部50が行なった離散フーリエ変換の逆変換を行なう。この逆変換は、式(1)に対応した記載に従えば、次式(3)として表わすことができる。

【0031】

【数3】

$$p(m, n) = \sum_{u=0}^{M-1} \sum_{v=0}^{N-1} F(u, v) W^{-1} \quad \dots (3)$$

【0032】

ここで、逆変換された画素値 $p(m, n)$ も、上述した対称性を有しており、

$$p(aM+m, bN+n) = p(m, n)$$

となっている。

【0033】

次に、図3のフローチャートを参照しつつ、微小変化分付加部52での処理を中心に、本実施例における電子透かし埋め込み手法について説明する。図3は、CPU22が実行する電子透かし埋め込み処理ルーチンを示すフローチャートである。画像に電子透かしを埋め込む場合には、まず、画像P0の読み込みを行なう（ステップS100）。この処理は、既述したように、スキャナ39を駆動して写真などから直接画像データを読み取るものであってもよいし、予め用意した画像ファイルを読み込むものであっても良い。画像ファイルは、例えばCD-ROMなどにより提供されるものであってもよいし、モデム38を介して通信により読み込むものであっても良い。図4（A）に、読み込んだ画像P0の一例を示す。この画像P0は、 256×256 画素からなり、各画素毎に256階調（8ビット）の階調値を持っている画像である。

【0034】

こうして読み込んだ画像データに対して、離散フーリエ変換を行なう（ステップS110）。この離散フーリエ変換は、上述した通りのものであって、離散フーリエ変換部50による上記の演算処理として実現される。なお、離散フーリエ変換部50は、専用のプロセッサにより実現してもよいし、CPU22による演算により実現しても良い。離散フーリエ変換（DFT）を行なう処理はライブラリ化されており、周知のものなので、ここでは説明を省略する。

【0035】

離散フーリエ変換により、行列 $F(u, v)$ が得られる。得られた行列 F の一部を図5に示した。図5では、便宜的に、要素 $u, v = 0, 1, 2, 3$ および $u, v = 253, 254, 255$ の部分のみを示している。図5（A）は実数部 F_R の係数を、（B）は虚数部 F_I の係数を、各々示している。なお、上述した対称性から関連ある箇所を把握し易くするため、図5（A）（B）では、要素0, 0を中心にして示している。この行列 F に対して、次に微小変化分の付加を行なう（ステップS120）。その後、微小変化分が付加された行列 F を、逆変換し（ステップS130）、これを電子透かしが埋め込まれた画像データとして出力

する（ステップS140）。電子透かしが埋め込まれた後の画像P1を、図4（B）に示した。

【0036】

微小変化分を付加する処理（ステップS120）は、図6にその詳細を示すが、次のように行なわれる。微小変化分 ΔF の付加は、実数部FRまたは虚数部FIに対して行なうことができる。以下の説明では、虚数部FIに付加する場合を取り上げるが、実数部FRに付加することも、対称性の違いに留意すれば、同様に可能である。まず、微小変化分 ΔF を付加する要素を特定する処理を行なう（ステップS200）。微小変化分 ΔF の付加は、高周波領域に付加するか、あるいは付加する変化分の大きさが小さければ、逆変換により得られる画像上でこれを視認することは困難になる。しかし、高周波領域に付加した場合、データ圧縮により、失われる可能性が生じる。そこで、ここでは、圧縮に対する耐性を高めるために、加える成分の大きさを所定値以下に押さえるものとして、低周波領域に微小変化分 ΔF を加えることにしている。そこで、本実施例では、微小変化分 ΔF を加える領域を低周波領域内で特定している。この実施例では、FI（0，2）およびFI（2，0）に、微小変化分 ΔF を加えるものとして、要素を特定している。なお、上述した行列Fの対称性を示す式（2）に従い、微小変化分 ΔF を減算する要素として、FI（0，254）およびFI（254，0）もまた特定する。後述するように、どの要素にどの程度の微小変化分 ΔF を加えるかにより、電子透かしとしての位相差パターンの形態は異なるから、どの要素に微小変化分を加えるかということ自体が電子透かしを埋め込むこと（署名）に直結している。したがって、この実施例では、微小変化分 ΔF を付加する要素を固定したり、微小変化分 ΔF の大きさを固定するといった構成とはしていないのである。

【0037】

次に、加える微小変化分 ΔF の大きさを特定する処理を行なう（ステップS210）。上述したように、微小変化分 ΔF の大きさは、電子透かしが埋め込まれた画像の画質に影響を与えるので、その大きさは制限される。したがって、付加しようとする要素の大きさの2ないし10パーセント程度となるように、この実

施例では調整している。ここで、約5パーセントとなるよう特定している。

【0038】

次に、ステップS200で特定した要素に、ステップS210で特定した大きさの微小変化分 ΔF を付加する処理を行なう（ステップS220）。この実施例では、要素FI(0, 2)、FI(2, 0)に、微小変化分 ΔF として、

$$\Delta F = 1.0 \times 104$$

を加算し、要素FI(0, 254)およびFI(254, 0)から同じ値 ΔF を減算した。

【0039】

以上で微小変化分付加処理を完了し、図3に示したフーリエ逆変換処理を実行することになる。こうして得られた変換済みの画像P1（図4（B）参照）は、次の数式（4）により表わされる。

【0040】

【数4】

$$P1 = \{p1(m, n) \mid m, n = 1, 2, \dots, 255\} \quad \dots (4)$$

【0041】

上記の処理が施された画像P1は、その空間周波数における虚数成分のみを変化させているので、オイラーの式に戻って考えれば、絶対値は変化しておらず、位相のみが変化していることになる。即ち、得られた画像P1は、もとの画像P0に対して、付加した微小変化分 ΔF に対応する位相成分 $\Delta \theta$ だけ変化した画像となっている。そこで、二つの画像の画素値pの差分を求めると、これが位相差W01となる。位相差W01は、次式（5）として定義される。

【0042】

【数 5】

$$W01 = \{w01(m, n) \mid m, n = 1, 2, \dots, 255\}$$

$$\text{但し } w01(m, n) = p0(m, m) - p1(m, n)$$

... (5)

【0043】

この式(5)における位相差 $W01$ の絶対値 $|W01|$ を求め、これを図示すると、本実施例では、図4(C)に示すパターンが得られる。このパターンを、位相差パターンと呼ぶ。この位相差パターン $W01$ は、微小変化分を加える要素の座標値 (u, v) や、付加する変化分 ΔF の大きさにより、様々な模様を採り得る。したがって、この位相差パターン $|W01|$ は、電子透かしとして扱うことが可能である。即ち、

(1) 微小変化分 ΔF を付加する要素の選択

(2) 要素に付加される微小変化分 ΔF の大きさ

の組み合わせを変えることにより、ほぼ無数の位相差パターンのバリエーションを生み出すことができ、電子署名として使用することができるのである。なお、署名として用いられた位相差パターンは、図4(C)に示したように、二次元的な繰り返しを含む特徴的な形状をしており、図形的なパターンとして人間にとって把握しやすいという利点を有する。また、この電子透かしを埋め込む画像の原画像 $P0$ は、公開せず秘匿しておく。

【0044】

以上本発明の一実施例としての電子透かしの埋め込み装置および埋め込み方法について説明したが、埋め込まれたデータが電子透かしとして機能するためには、いくつかの条件が必要となる。この条件の一つがデータ圧縮などにより発生するノイズに対する耐性であることは既に述べた。本実施例の埋め込み方法によれば、微小変化分 ΔF は低周波領域に付加されているので、高周波領域の情報を削除するタイプの圧縮に対して高い耐性を発揮することも説明したが、これらの耐ノイズ性という点について、いくつかの実例を挙げて説明する。

【0045】

まず、データ圧縮の場合について検討する。原画像P0に対して上述した手法により電子透かしを埋め込んだ。即ち、原画像P0のフーリエスペクトルに対して位相差パターンW01に対応した微小変化分 ΔF を付加し、これを逆変換して画像P1を得た。次に、この画像P1をJPEG方式で75パーセントに圧縮した。圧縮により、元の画像の情報の一部が失われ、ノイズが発生する。図7にこの一例を示す。図7に示した例では、画像P1に埋め込まれている位相差パターン|W01|（図7（A）参照）に対して、圧縮後の画像P1'から抽出された位相差パターン|W01'|は、図7（B）のようになり、かなりのノイズが重畳されることが理解される。しかし、この場合でも、位相差パターンの形態自体は崩れておらず、これを署名として利用することができる。

【0046】

次に、下位ビットプレーンの削除に対して、本実施例の電子透かしがどの程度の耐性を持っているかを示す。図8（A）は、原画像P0に埋め込まれる位相差パターンをしめす。署名された画像P1において、その下位ビットプレーン0から2までのデータを削除し、代わりに0で埋める処理を行なった。この結果得られた画像P1'を、図8（B）に示した。下位ビットプレーン0ないし2を、0で埋めたことによりノイズが生じるが、この画像P1'と原画像P0との差分として抽出される位相差パターン|W01'|は、図8（C）に示すように、埋め込んだ位相差パターンの特徴を残しており、電子透かしとして機能する。

【0047】

更に、位相差パターンを電子透かしとして埋め込んだ画像に、 -40 dB から $+40\text{ dB}$ のホワイトノイズを加えた場合についても検討した。図9（A）に示す位相差パターン|W01|を埋め込んだ後、上記のホワイトノイズが付加された画像を図9（B）に示した。この画像P1'と原画像P0との差分として抽出される位相差パターン|W01'|は、図9（C）に示すように、埋め込んだ位相差パターンの特徴を良く残している。したがって、こうしたホワイトノイズが重畳した場合でも、本実施例による電子透かしは十分に機能することが了解される。

【0048】

以上、本実施例の電子透かしが、種々のノイズに対して耐性が高いことを示し

たが、電子透かしに要求されるもう一つの条件は、正規の権限を有するものだけが透かしを取り出すことができ、また不正な手法でこの透かし情報を消去したり改竄したりできないことである。この点について以下説明する。

【0049】

本実施例では電子透かしを埋め込んだ画像 P1 は、公開するが、原画像 P0 は、公開しない。とすると、電子透かしが埋め込まれた画像 P1 から、権限なき者が透かし情報を読み取ることができないことがまず必要とされる。電子透かしが埋め込まれた画像 P1 は、原画像 P0 とそのフーリエスペクトルに加えた微小変化分 ΔF のみから作り出されている。したがって、原画像 P0 が秘匿されていれば、署名済みの画像 P1 から、第三者が署名に相当する位相差パターン $|W01|$ を取り出すことはできない。

【0050】

しかも、署名済みの画像 P1 をフーリエ変換してフーリエスペクトルを得たとしても、微小変化分 ΔF の大きさおよびこれが付加された要素 $F(u, v)$ を特定することもできない。位相差パターン $|W01|$ を分離するために必要な微小変化分 ΔF の大きさは要素の値に対して数パーセントで足りるから、フーリエスペクトルを見ても際だって目立つことはない。したがって、本実施例のように、5パーセント程度変化させられている要素の値から、いずれかの要素に加えた微小変化分を推定することはできない。

【0051】

次に、この電子透かしに対して上書きがなされた場合について検討する。電子透かしに対する上書きには、様々な手法が考えられるが、最も影響が大きいものの一つは、同じアルゴリズムを用いた上書きである。上述した署名済みの画像 P1 から、微小変化分 ΔF の大きさやこれが付加された要素 $F(u, v)$ を判読または推定することはできないから、全く同じ条件で微小変化分が付加されることはあり得ないと考える。しかし、この位相差パターンの考え方を理解している者が、同じアルゴリズムを用いた上書き攻撃を試みる可能性は存在する。そこで署名済みの画像 P1 に対して 1 回以上の上書き攻撃がなされた場合を考える。このとき、 i 番目の攻撃を行なった者（以下、 i 番目の偽造者と呼ぶ）は、入手した

画像 P_{i-1} を原画像であると考えてこれに位相差パターンを埋め込み、得られた画像 P_i を公開して署名済みの画像であると主張する。この場合 i 番目の偽造者は、両画像の差

$$W_{i-1,i} = P_{i-1} - P_i \quad (i = 2, 3, \dots)$$

をもって正規の透かしパターンであると主張することになる。

【0052】

このとき、画像 P_0 の正当な所有者（正規の署名者）は、自己が公開した画像 P_1 と、 i 番目の偽造者が公開した画像 P_i とを用いて、容易に、

$$W_{0i} = P_0 - P_i$$

$$W_{1i} = P_1 - P_i$$

を作成することができる。こうして得られた位相差 W_{0i} , W_{1i} の更に差分を求めると、

$$\Delta W = W_{0i} - W_{1i} = P_0 - P_i - (P_1 - P_i) = P_0 - P_1 = W_{01}$$

となり、画像 P_0 の正当な所有者は、偽造されて公開された画像 P_i から、直ちに自己の署名 W_{01} を取り出すことができる。これは、公開した画像 P_1 に、多重に上書き攻撃を加えても、画像 P_i には、依然として、正規の署名が保存されていることを意味している。

【0053】

この関係を $i = 2$ のケースについて例示したのが、図10 (a) ないし (g) である。図10 (a) に示した原画像 P_0 に対して正規の署名として図10 (d) の位相差パターン $|W_{01}|$ を加える処理 S_1 がなされ、この処理により得られた画像 P_1 (図10 (b)) に、偽造者により他の位相差パターンを加える処理 S_2 がなされて、図10 (c) に示す画像 P_2 が公開されたとする。この場合、公開された画像 P_2 と原画像 P_0 とから図10 (e) に示した位相パターン $|W_{02}|$ を得ることができる。同様に、正規の所有者が公開した画像 P_1 と原画像 P_0 とから図10 (f) に示した位相差パターン $|W_{12}|$ を得ることもできる。両者の差分を求めると、図10 (g) に示す位相差パターンを得ることができる。これは、正規の所有者が原画像に与えた署名と一致している。この例では、 $i = 2$ としたので、偽造者が加えた位相差パターン W_{12} 自体が求められているが、 i

= 3 以上の場合のように、偽造者が加えた位相差パターン自体は未知であって差し支えない。本発明の署名によれば、偽造者が加えた位相差パターンが不明であっても、正規の所有者が埋め込んだ位相差パターンを、複数回の上書き攻撃がなされた画像から取り出すことができるのである。

【0054】

以上説明したように、本実施例の電子透かしの埋め込み方法により埋め込んだ電子透かしは、データ圧縮に対してもまた複数回の上書き攻撃に対しても、十分な耐性を有する。なお、図7ないし図9を用いて説明したノイズやデータ圧縮と上記の上書き攻撃とが重複した場合でも、原画像P0に加えた位相差パターンは保存され、電子透かしとして用いることができる。

【0055】

以上本発明の実施例について説明したが、本発明は上記の実施例や実施形態に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の態様において実施することが可能である。例えばフーリエ変換により得られた行列の実数部に、微小変化分を付加することも何ら差し支えない。また、フーリエ変換された行列の高周波領域に対応する要素に、微小変化分を付加するものとしても良い。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1実施例としての電子透かし処理装置の構成を示すブロック図である。

【図2】

電子透かし埋め込み部42の機能を示すブロック図である。

【図3】

透かし情報の埋め込み処理の手順を示すフローチャートである。

【図4】

本実施例において扱われる原画像P0、電子透かしの埋め込んだ画像P1および埋め込まれた位相差パターンW01の一例を示す説明図である。

【図5】

実施例において得られたフーリエ変換スペクトルの実数部FR、虚数部FIの

一部を示す説明図である。

【図 6】

微小変化分付加ルーチンの詳細を示すフローチャートである。

【図 7】

データ圧縮による実施例の位相差パターンの変化の様子を示す説明図である。

【図 8】

同じく下位ビットレートの一部代替による画像と位相差パターンの変化の様子を示す説明図である。

【図 9】

同じくホワイトノイズによる画像と位相差パターンの変化の様子を示す説明図である。

【図 10】

多重攻撃を受けた画像と位相差パターンの一例を示す説明図である。

【符号の説明】

22…CPU

24…メインメモリ

26…フレームメモリ

30…キーボード

32…マウス

34…表示装置

36…ハードディスク

38…モデム

39…スキャナ

40…バス

42…電子透かし埋め込み部

44…離散フーリエ変換部

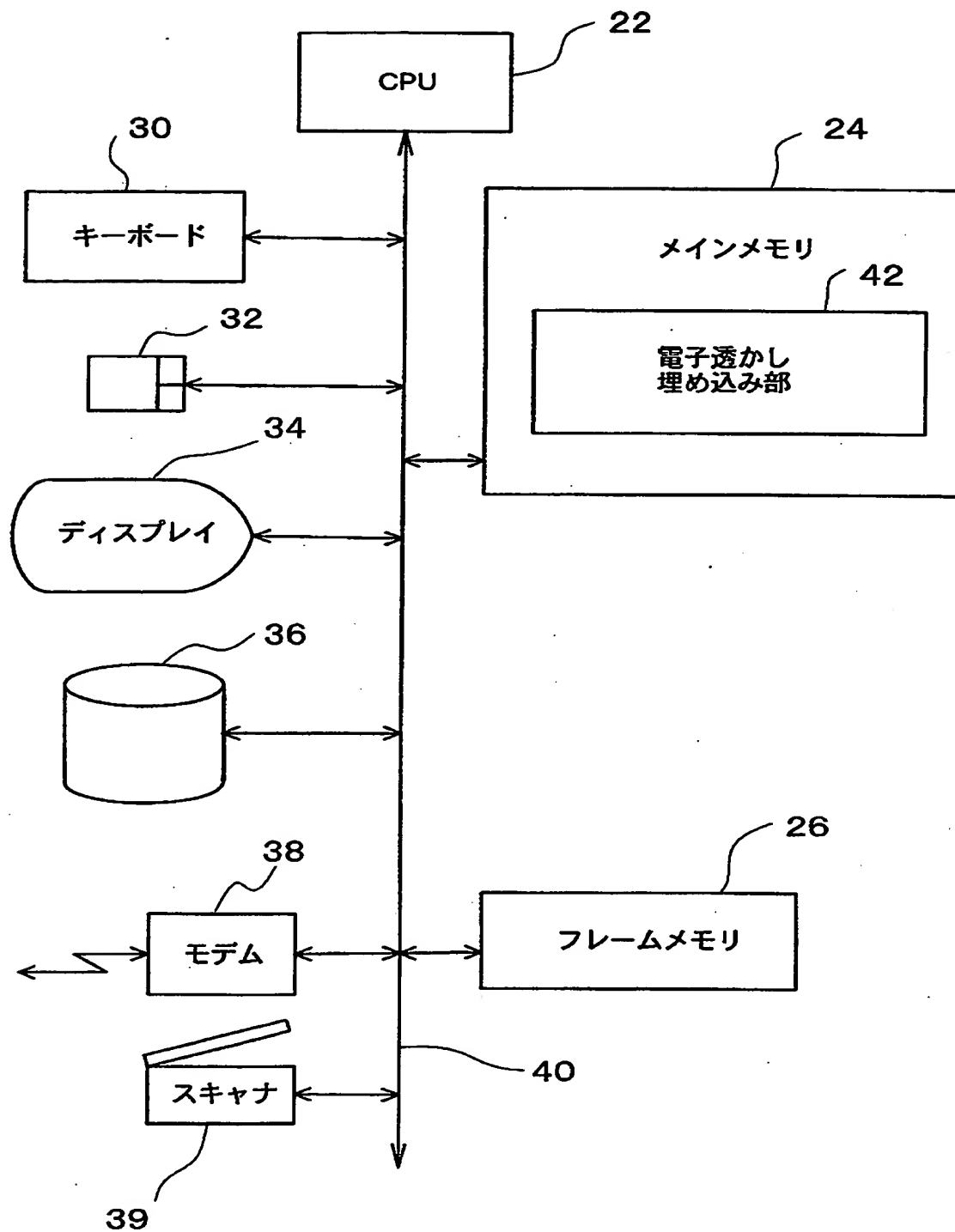
52…微小変化分付加部

54…逆変換部

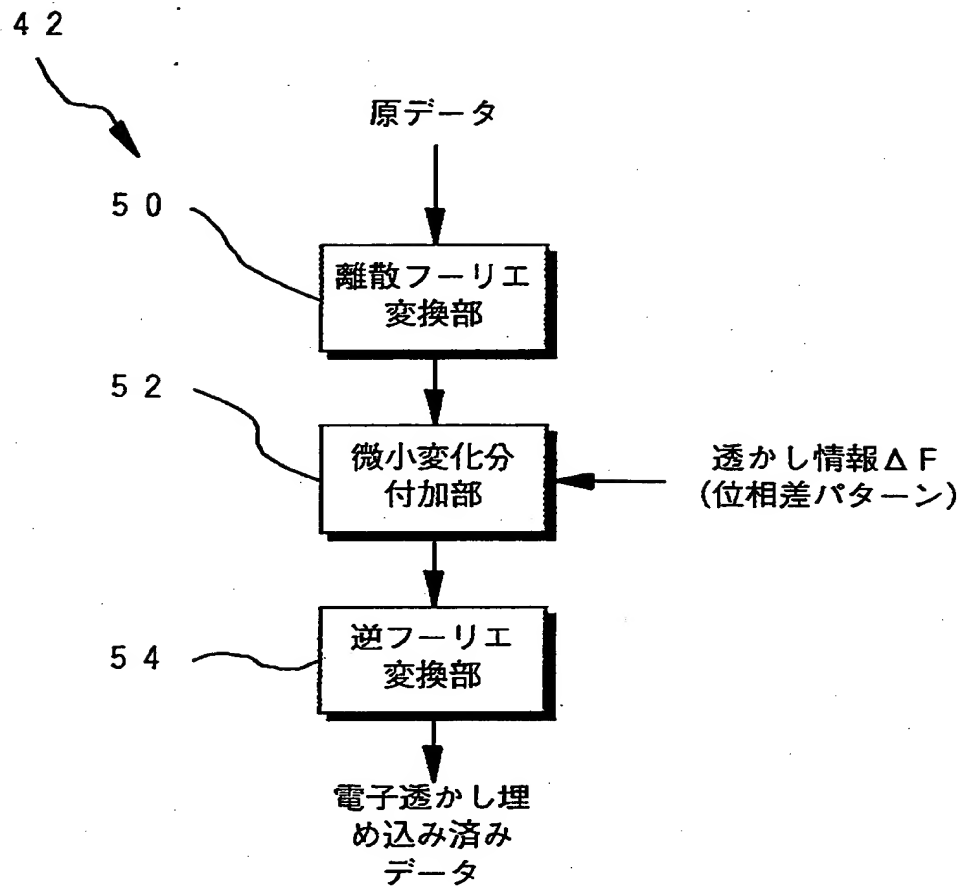
【書類名】

図面

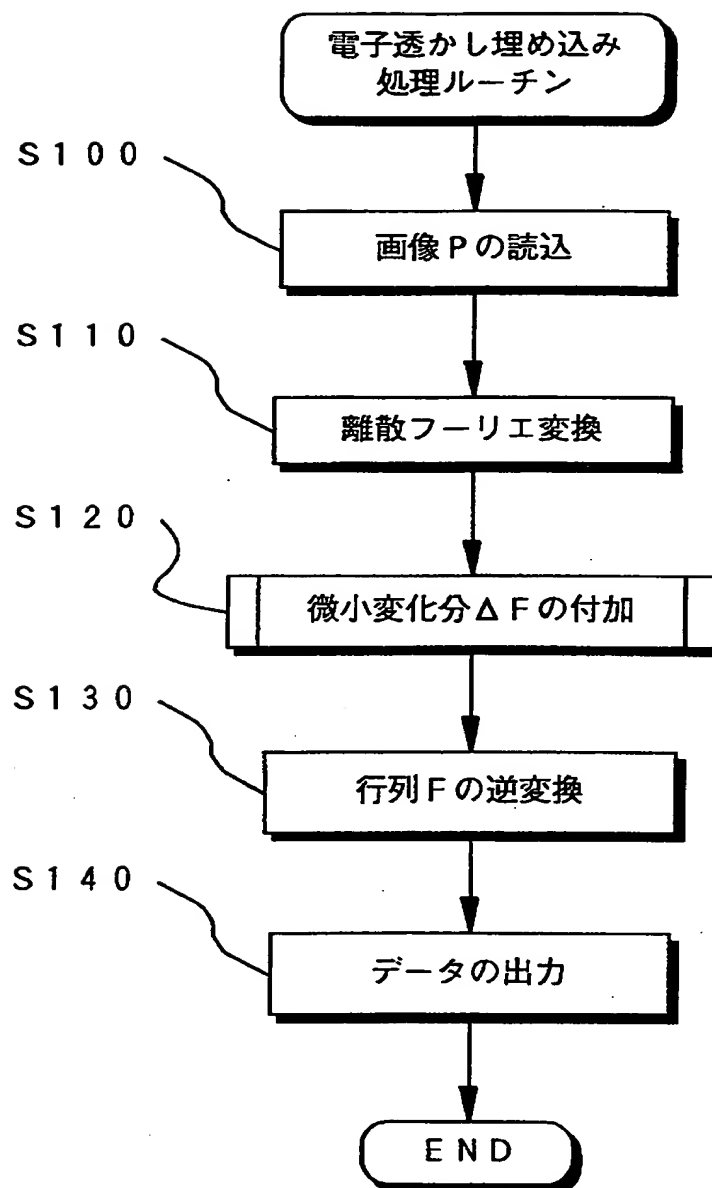
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【図4】

図面代用写真

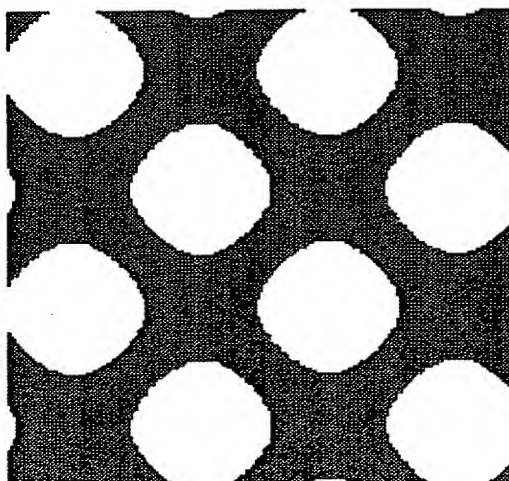
(A)
P 0



(B)
P 1



(C)
| W 0 1 |



【図 5】

(A) 実数部 F R

	253	254	255	0	1	2	3
253	0.28	-0.12	-0.14	-0.04	0.17	0.09	0.02
254	0.02	0.20	-0.32	0.38	-0.07	-0.23	-0.17
255	0.02	-0.07	-0.35	-0.09	-0.01	0.25	0.22
0	0.13	-0.16	-0.03	6.46	-0.03	-0.16	0.13
1	0.22	0.25	-0.01	-0.09	-0.35	-0.07	0.02
2	-0.17	-0.23	-0.07	0.38	-0.32	0.20	0.02
3	0.02	0.09	0.17	-0.04	-0.14	-0.12	0.28

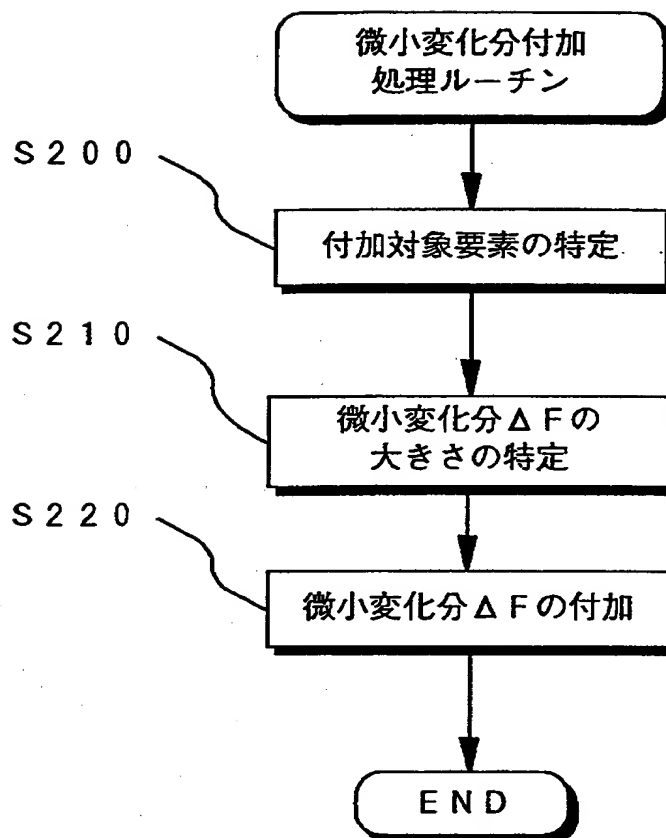
1.0e+006 *

(B) 虚数部 F I

	253	254	255	0	1	2	3
253	0.21	-1.93	4.74	-1.91	2.72	2.74	0.42
254	-1.47	1.47	0.64	2.49	0.77	-0.82	0.42
255	1.46	0.69	-4.67	-7.07	3.30	-0.19	-2.01
0	-0.80	-0.06	2.85	0.00	-2.85	0.06	0.80
1	2.01	0.19	-3.30	7.07	4.67	-0.69	-1.46
2	-0.42	0.82	-0.77	-2.49	-0.64	-1.47	1.47
3	-0.42	-2.74	-2.72	1.91	-4.74	1.93	-0.21

1.0e+005 *

【図 6】

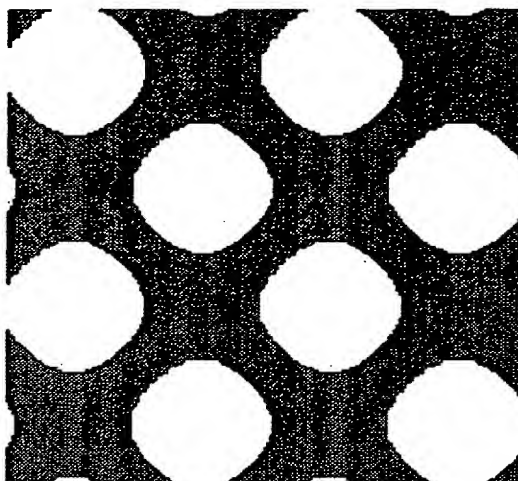


【図7】

図面代用写真

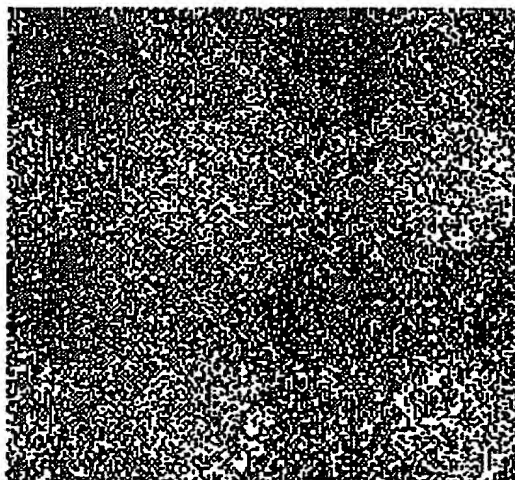
(A)

| W01 |



(B)

| W01' |

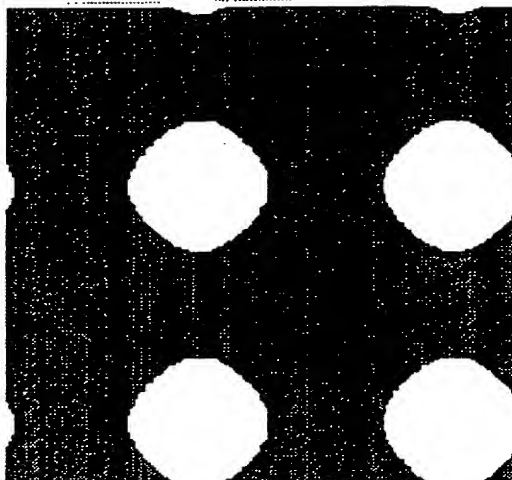


特平10-276490

【図8】

図面代用写真

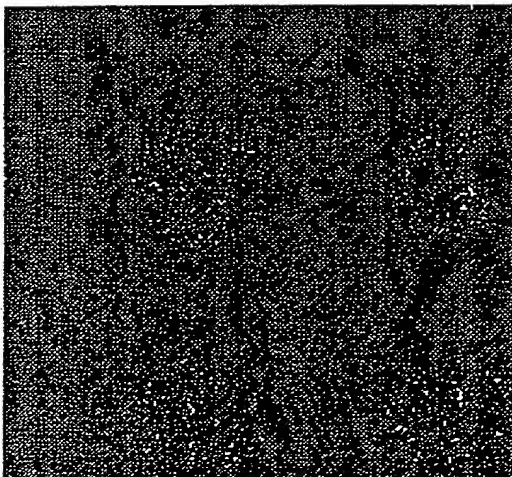
(A)
| W01 |



(B)
P 1'



(C)
| W01' |

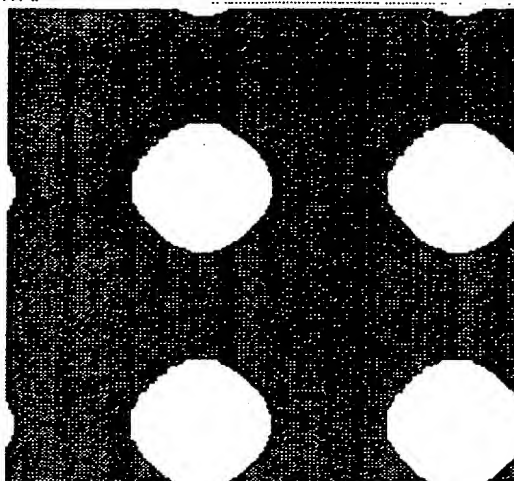


特平 10-276490

【図9】

図面代用写真

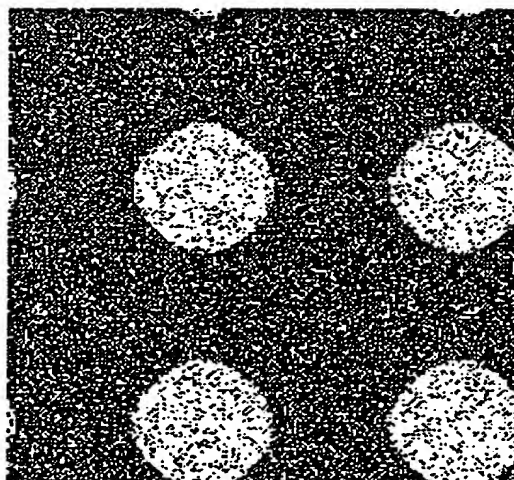
(A)
| W01 |



(B)
P 1'

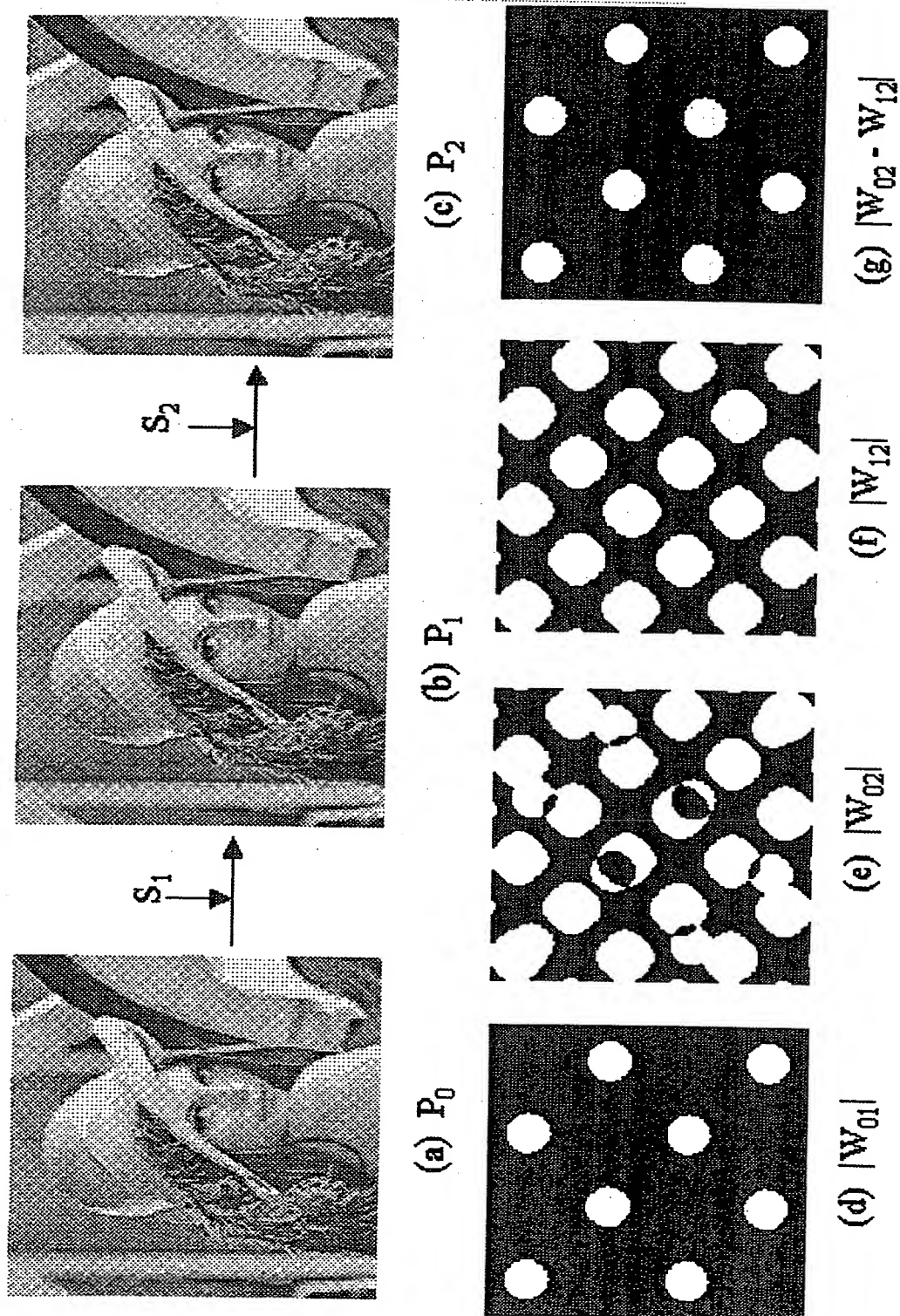


(C)
| W01' |



【図 10】

図面代用写真



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 電子透かしを埋め込んだデータに対して同様のアルゴリズムによる異なる透かし情報の上書きを受けた場合でも、原データに埋め込んだ電子透かしを取り出し可能とする。

【解決手段】 オリジナルの画像データ $P0$ をフーリエ変換して得られた行列 F の所定の要素を特定し（ステップ $S200$ ）、その要素の実数部 FR または虚数部 FI に対して、所定の大きさの微小成分 ΔF を加える（ステップ $S210, 220$ ）。このとき、フーリエスペクトルの対称性に留意して微小成分 ΔF を差し引きする。微小成分 ΔF を加えた行列を逆変換することにより得られた画像には、微小成分 ΔF に対応した位相差パターン $W01$ が埋め込まれており、このパターンは、原画像が秘匿されていれば、埋め込み済みの画像から取り出したり、上書き攻撃により抹消したりすることができない。

【選択図】 図6

【書類名】 職権訂正データ
【訂正書類】 特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】 000163006

【住所又は居所】 愛知県名古屋市中区錦3丁目6番29号

【氏名又は名称】 興和株式会社

【代理人】 申請人

【識別番号】 100097146

【住所又は居所】 名古屋市中区錦1丁目3番2号 中央伏見ビル3階
明成国際特許事務所

【氏名又は名称】 下出 隆史

【代理人】 申請人

【識別番号】 100096817

【住所又は居所】 名古屋市中区錦1丁目3番2号 中央伏見ビル3階
明成国際特許事務所

【氏名又は名称】 五十嵐 孝雄

【代理人】 申請人

【識別番号】 100102750

【住所又は居所】 名古屋市中区錦1丁目3番2号 中央伏見ビル3階
明成国際特許事務所

【氏名又は名称】 市川 浩

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000163006]

1. 変更年月日 1990年 8月20日

[変更理由] 新規登録

住 所 愛知県名古屋市中区錦3丁目6番29号

氏 名 興和株式会社

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)